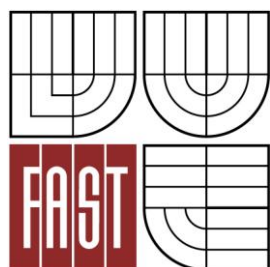




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ LOKALITY "ČERTOVA ROKLE " BRNO, LESNÁ

SURVEY IN THE LOCALITY OF "ČERTOVA ROKLE" BRNO, LESNÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

IVETA ČECHOVSKÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK FIŠER

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Iveta Čechovská
Název	Zaměření lokality "Čertova rokle " Brno, Lesná
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Zdeněk Fišer
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Michalčák,O.,Vosika,O.,Veselý,M.,Novák,Z.: Inžinierska geodézia I,ALFA n.p.
Bratislava,Bratislava 1985
Inžinierska geodézia II,ALFA Bratislava,Bratislava 1990, ISBN80-05-00678-0. ČSN 73 01
28 Vytyčovací výkresy ve stavebnictví. ÚNM Praha 1979.
Fišer,Z.- Vondrák,J.Mapování,CERM Brno,2003.ISBN 80-214-2337-4
Fišer,Z.- Vondrák,J.MapováníII,CERM Brno,2003.ISBN 8-2669-1
ÚZ č.608 Katastr namovitostí Zeměměřictví,Sagit Ostrava,2007
Huml,M.Michal,J.,Mapování 10,Vydavatelství ČVUT, Praha 2000
Potužák,P.- Váňa, M.,Topografické mapování,SNTL Praha, 1965
Sulo,J.,Topografické mapovanie,SVŠT,Bratislava, 1980

Zásady pro vypracování

Tachymetrickou metodou zaměřte lokalitu Čertova rokle v katastrálním území Lesná.
Vymezení lokality: Konečná stanice tramvaje číslo 11 - přírodní útvar Velbloud.
Doporučené měřítko 1 : 500. Práci doplňte vhodnou fotodokumentací. V teoretické části své práce se věnujte základním terénním tvarům.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Zdeněk Fišer
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je zaměření části lokality Čertova rokle a vyhotovení tachymetrického plánu v měřítku 1:500. První část práce se zabývá teorií a přípravou pro měření. V části druhé je pojednáno o samotném zpracování naměřených dat.

Abstract

The main object of this Bachelor's thesis is survey of the part of locality Čertova rokle and creation tacheometry plan in scale 1:500. The first part is about theory and preparation for the surveying. Second part is about data processing.

Klíčová slova

Měření
Polygonový pořad
Tachymetrie
Vrstevnice

Keywords

Surveying
Traverse
Tacheometry
Contour lines

Bibliografická citace VŠKP

ČECHOVSKÁ, Iveta. *Zaměření lokality "Čertova rokle " Brno , Lesná.* Brno, 2013. 39 s., 187 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Fišer.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....
podpis autora
Iveta Čechovská

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala Ing. Zdeňku Fišerovi za cenné rady a připomínky, které mi poskytl při zpracování této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala slečně Bc. Kateřině Brátové a slečně Bc. Ivaně Byrtusové za ochotu mi taktéž kdykoliv pomoci a poradit.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1	Číslování bodů	11
2.2	Měřická síť	11
2.2.1	Polygonové pořady a rajóny	12
2.3	Geometrická nivelace	13
2.3.1	Technická nivelace	14
2.4	Metody měření a znázornění výškopisu	15
2.4.1	Tachymetrie	15
2.4.2	Výškopisný měřický náčrt	15
2.4.3	Znázornění výškopisu v mapě	16
2.5	Reliéf terénu	16
2.5.1	Rozbor terénu	17
2.5.2	Terénní tvary a jejich znázornění v mapě	17
2.6	Geodetické programy	20
2.6.1	Groma v. 7	20
2.6.2	MicroStation 95	20
3	PRAKTICKÁ ČÁST	21
3.1	Popis lokality	21
3.2	Přípravné práce	23
3.2.1	Rekognoskace terénu	23
3.2.2	Volba přístrojů a pomůcek pro měření	23
3.3	Měřické práce	24
3.3.1	Síť pomocných měřických stanovisek	25
3.3.2	Měření podrobných bodů	26
3.3.3	Určení výšek	27
3.4	Zpracování naměřených dat	27
3.4.1	Výpočetní práce	27
3.4.2	Testování přesnosti	29
3.4.3	Zobrazovací práce	31
3.4.4	Vrstevnicový plán	32

4	ZÁVĚR	34
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A OBRÁZKŮ	35
6	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	37
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	38
8	SEZNAM PŘÍLOH.....	39

1 ÚVOD

Práci v této lokalitě jsem si vybrala především z osobních důvodů. Terén v Čertově rokli je velice rozmanitý a pěkný a proto mě zajímalo, jak by vypadal vrstevnicově vyjádřený ve velkém měřítku, což je cílem této práce. Navíc je pro tvorbu tachymetrického plánu zapotřebí velkého množství doposud nabytých znalostí. Je nutné vhodně navrhnout měřickou síť a její připojení do souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální a také ji připojit do výškového systému Balt po vyrovnání. Dále je nutné dobře znát veškeré terénní tvary a umět je rozlišit v terénu. Nezbytností je zacházení s elektronickým dálkoměrem i nivelačním přístrojem. V neposlední řadě musíme znát také práci s výpočetními programy. Proto práci na tomto zadání považuji za průřez mými dosavadními znalostmi a zkušenostmi a měla jsem zájem na jejím zpracování.

2 TEORETICKÁ ČÁST

V této části práce se budeme zabývat podklady a informacemi, které je nezbytné znát pro správné vyhotovení daného zadání. Od číslování bodů až po práci s geodetickými programy, ve kterých byly prováděny výpočty a zobrazení.

2.1 Číslování bodů

Číslování bodů se liší dle toho, jde-li o bod základního polohového bodového pole (ZBPB), zhušťovací bod (ZhB), bod podrobného polohového bodového pole (PPBP), pomocné měřické stanovisko (PMS) či o podrobný bod. Ve všech případech je úplné číslo bodu dvanácti místné. Protože nově byly určovány body PMS a body podrobné, uvedeme si jejich číslování.

Dle [1] je jednotkou pro číslování bodů PMS katastrální území. Číslo má tvar PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v rámci územního obvodu a CCCC je pořadové číslo bodu od 4001 včetně, např. 016000004001.

Podrobné body se označují číslem ve tvaru PPPSZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území, S je uvnitř územního obvodu nulové číslo nebo může znamenat příslušnost bodu do sousedního územního obvodu, ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 3999, např. 016000010001.

Dále v textu budou uváděna jen vlastní čísla bodů, např. 4001.

2.2 Měřická síť

Pro podrobné měření je nezbytné polohové bodové pole doplnit pomocnými body, tj. pomocnými měřickými stanovisky (PMS). Síť PSM se volí v hustotě nezbytné pro zaměření podrobných bodů. Pomocné body se mohou označovat dočasně dřevěným kolíkem, kovovou trubkou, hřebem, vyrytým křížkem apod.

2.2.1 Polygonové pořady a rajóny

Text v této kapitole byl volně převzat z [2].

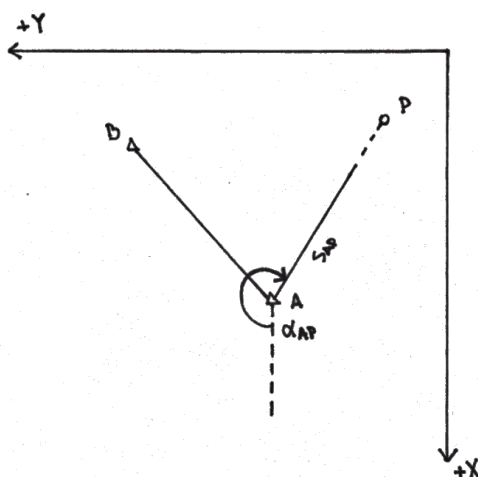
Rajónem se rozumí orientovaná a délkově zaměřená spojnice bodu daného a nově určovaného. Touto metodou tedy určujeme pouze jeden nový bod. Dány jsou minimálně dva body A (Y_A, X_A), B (Y_B, X_B), aby bylo možné určit orientovaný jižník α_{AP} . Zprostředkujícími veličinami jsou měřená délka S_{AP} a měřené směry na bodě A. Délka rajónu nesmí být větší než nejvzdálenější orientace.

Výpočet rajónu:

$$X_P = X_A + S_{AP} * \cos \alpha_{AP} = X_A + \Delta X_{AP} \quad (2)$$

$$Y_P = Y_A + S_{AP} * \sin \alpha_{AP} = Y_A + \Delta Y_{AP} \quad (2.1)$$

kde $\Delta X_{AP} = X_P - X_A$ a $\Delta Y_{AP} = Y_P - Y_A$.



Obr. 2 Rajon

„Polygonový pořad je definován jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Jeho vrcholy jsou polygonové body. Spojnice polygonových bodů se nazývají polygonové strany. K určení polohy polygonových bodů se měří na polygonových bodech osnovy směry, z nichž se určí vrcholové úhly. Délky stran se měří dvakrát - tam a zpět.“ [2, s. 5]

Polygonové pořady je možné rozdělit na připojené či volné, orientované či neorientované. Orientace pořadů se docílí směrovým připojením z koncových bodů pořadů na body ZBPP, ZhB a body PBPP. Pořad ale nemusí být vždy připojený a orientovaný na obou koncích, *např. v našem případě byly využity pořady jednostranně připojené, orientované*. Každý pořad může mít nejvýše 15 nových bodů, tzn., že při určování PMS pomocí polygonových pořadů určíme souběžně několik stanovisek, na rozdíl od metody rajonu.

Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů:

Připojovací body	Mezní délka strany [m]	Mezní délka pořadu d [m]	Mezní odchylka v uzávěru pořadu	
			úhlová [cc]	polohová [m]
ZBPP, ZhB	200-1500	5000	$25.(n)^{1/2}$	$0,0025.(\Sigma d)^{1/2}$
ZBPP, ZhB	50-400	3000	$50.(n)^{1/2}$	$0,004.(\Sigma d)^{1/2}$
PPBP, ZBPP, ZhB	50-400	1500	$100.(n)^{1/2}$	$0,006.(\Sigma d)^{1/2}$

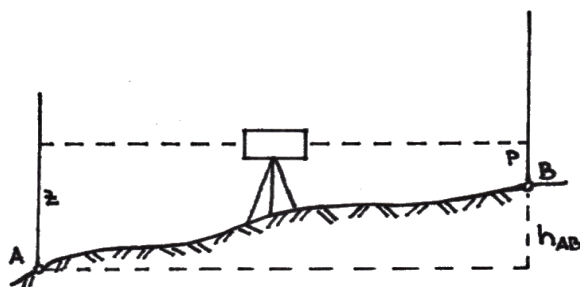
Tab. 1 Geometrické parametry a kritéria přesnosti PP (převzato z [1])

n...počet bodů pořadu včetně bodů připojovacích

Σd ...součet délek stran pořadu

2.3 Geometrická nivelace

Geometrickou nivelací se určuje výškový rozdíl dvou bodů. Určí se z rozdílů čtení svisle umístěných nivelačních latí na bodech, pomocí vodorovné záměry realizované nivelačním přístrojem umístěným uprostřed mezi body. Postavení lat'-přístroj-lat' určuje nivelační sestavu. Na lati umístěné na bodě A čteme čtení zpět z a na lati umístěné na bodě B čtení vpřed p . Rozdíl čtení na latích dává výškový rozdíl h_{AB} mezi body A, B. [3]

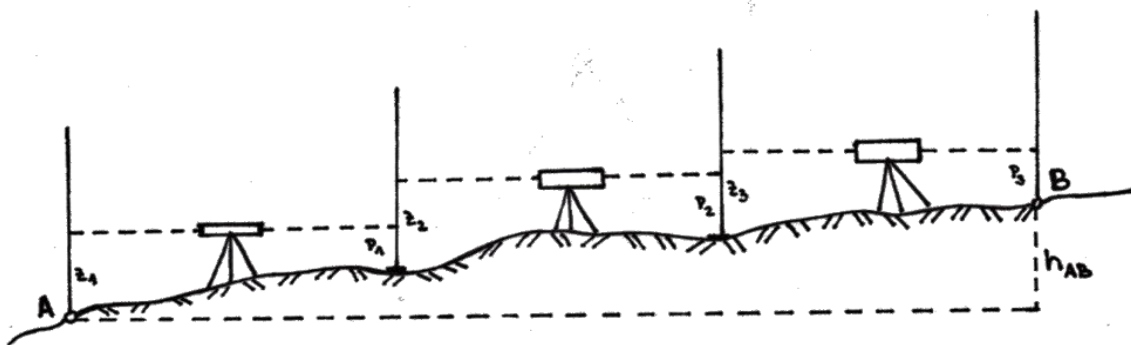


Obr. 2.1 Nivelační sestava (překresleno z [3])

Dle požadavků na přesnost dělíme na technickou nivelaci (TN), přesnou nivelaci (PN), velmi přesnou nivelaci (VPN) a zvlášť přesnou nivelaci. Dle měřické metody můžeme rozdělit na geometrickou nivelaci vpřed a geometrickou nivelaci ze středu.

2.3.1 Technická nivelace

Technická nivelace je nejběžněji používanou nivelací. Slouží pro běžné technické práce, pro které se využívají technické nivelační přístroje. Přístroj musí mít zvětšení dalekohledu minimálně šestnáctinásobné. Dále je nutné mít nivelační lať a nivelační podložku. Latě mohou být dlouhé 2,3,4m a to buď pevné, skládací, teleskopické či sklápěcí. Nivelační podložky slouží k zajištění pevného postavení latí na přestavových bodech. V praxi rozlišujeme TN základní přesnosti a zvýšené přesnosti. U TN základní přesnosti, která byla využita pro naše měření, může délka záměr dosáhnout až 120m, stačí je krokovat, lať může být dlouhá až 4m. Odchylna se vypočítá dle vzorce $\Delta h_{max} = 40 \cdot \sqrt{R}$, kde R je délka pořadu v kilometrech. Pro určení požadovaného převýšení mezi body bývá zpravidla nutné realizovat několik sestav. Výsledné převýšení se vypočte ze vzorce $h_{AB} = \sum z_i - \sum p_i$. [3]



Obr. 2.2 Nivelační pořad (překresleno z [3])

2.4 Metody měření a znázornění výškopisu

Mezi základní metody řadíme metody geodetické, fotogrammetrické, GPS a fyzikální. Blíže se podíváme na metody geodetické, do nichž spadá metoda tachymetrie.

2.4.1 Tachymetrie

Tachymetrie je metoda, která je využívána především pro zaměřování v extravilánu. Je jednou ze základních metod používaných při mapování a tvorbě map velkých měřítek. Metoda je vhodná do členitého i těžce dostupného terénu, kde může být snížena dohlednost, např. vzrostlým porostem. Souběžně s měřením se vede výškopisný měřický náčrt. Body jsou zaměřeny třemi veličinami: vodorovným směrem, zenitovým úhlem a šikmou vzdáleností dle [3].

Tachymetrie přesná se rozvinula s nástupem elektronických dálkoměrů. Výhodou této metody je její automatizace. Výsledky měření je možné ukládat přímo v průběhu měření a následně s těmito daty pracovat v příslušných programech. [4]

Tato metoda byla využita pro zaměření podrobných bodů v naší lokalitě.

2.4.2 Výškopisný měřický náčrt

Text v této kapitole byl volně převzat z [5].

Podkladem pro výškopisný měřický náčrt bývá zpravidla kopie měřického náčrtu polohopisu či polohopisný podklad již daný, např. kopie katastrální mapy, zvětšený do příslušného měřítko. Není-li možnost těchto podkladů, je možné začít i na čistý list, na kterém bude vyznačena pouze síť stanovisek. Při vedení náčrtu je nutné aby mapér hodnotil terén pohledem zdola, při kterém lépe vyniknou terénní tvary. Zaznamenává hřbetnice, údolnice, tvarové čáry kup a sedel a u složitějších reliéfů i další tvarové čáry, jako tvarové čáry plošin, spočinků, výčnělků atd. V místech terénních stupňů zakresluje šrafy. Podrobné body se vyznačí ležatým křížkem. Při využití dvou metod a to tachymetrie a plošné nivelace se pro každou zavede číslování zvlášť.

Výsledný výškopisný měřický náčrt obsahuje síť měřických stanovisek, podrobné body, profily, čáry terénní kostry, tvarové čáry a horizontály. Na závěr se náčrt adjustuje. Hnědou barvou podrobné body a profily určené tachymetricky a dále průběh čar terénní kostry a horizontál. Modrou barvou se vyznačí body a profily určené plošnou nivelací.

Červeně se vyznačí měřická síť. Červenou střídavou čarou se vyznačí strany polygonových pořadů, rajony a měřické přímký se vyznačí čárkovaně. Celý náčrt se černě doplní o popisné mimorámové údaje.

2.4.3 Znázornění výškopisu v mapě

Pro znázornění výškopisu do mapy se vyvinula řada metod. Nejvýznamnější z nich je vyjádření výškopisu pomocí vrstevnic, kót a šraf.

Vrstevnice je čára na mapě spojující body o stejné, vhodně zaokrouhlené stejné výšce. Základní vrstevnice jsou stanoveny základním intervalem, který musí být vhodný pro daný účel a měřítko. Vrstevnice zdůrazněné mají za úkol zpřehlednit mapu. Kreslí se v pětinasobku základního intervalu a doplňují se nadmořskými výškami. [6]

Následující odstavce byly převzaty z výuky v roce 2009 na SPŠ stavební Brno, Kudelova 8, dle Ing. Závodníkové.

Doplňkové vrstevnice se kreslí přerušovanou čarou v polovině či čtvrtině základního intervalu. Jejich úkolem je zlepšit výškové vyjádření u vrcholových tvarů, a v plochém terénu doplnit vrstevnice základní, které nevystihnout průběh terénu. Pomocné vrstevnice se kreslí v místech, kde se průběh terénu rychle mění např. při těžbě hornin. Vrstevnice se určí pomocí lineární, grafické či morfologické interpolace.

Při kótování lze využít dva způsoby vyjádření výšek a to absolutní výšky nebo relativní výšky (tj. převýšení). Využíváme je u výškově důležitých bodů terénu, tj. vrcholy kup a sedel. Dále u polohově významných bodů, výšek bodových polí a v hustě zastavěném území či tam, kde není vhodné vrstevnicové vyjádření.

Šrafy vyjadřují terénní podrobnosti, je nutné je doplnit kótou absolutní či relativní. Topografické šrafy se kreslí ve tvaru klínu hnědě. Šrafy technické se kreslí ve směru spádu mezi horní a dolní hranu. Černě se kreslí tehdy, jsou-li terénní hrany umělé, hnědě když jsou přírodní.

2.5 Reliéf terénu

Terén je část zemského povrchu (pevniny) tvořená terénním reliéfem, pokrytým objekty, jako např. porostem, vodstvem, komunikacemi, stavbami, technickými zařízeními.

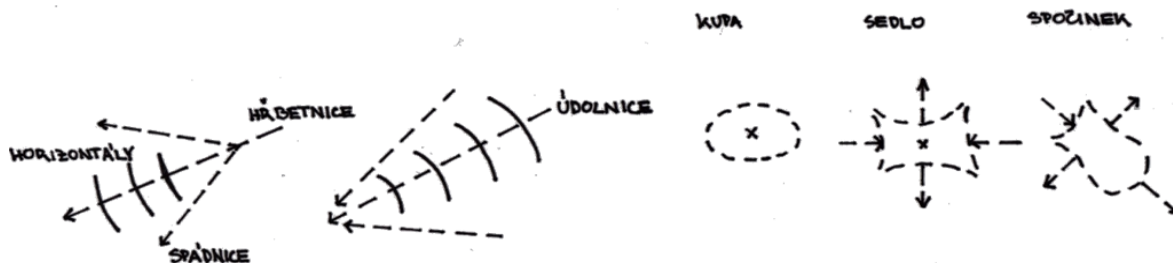
Terénní reliéf je zemský povrch vytvořený přírodními silami nebo uměle, bez objektů a jevů na něm, popř. pod ním a nad ním. Je to souhrn terénních tvarů. [7]

Reliéfem terénu se zabývá samostatná věda, geomorfologie. Ta zkoumá vznik a vývoj tvarů zemského povrchu. Na utváření zemského povrchu mají vliv dva hlavní faktory. Endogenní (vnitřní síly) a exogenní (vnější síly) procesy.

2.5.1 Rozbor terénu

Z topografického hlediska jsou nejdůležitějšími terénními tvary vyvýšeniny a sníženiny spojené úpatím. Topografická plochu rozdělujeme na dílčí plochy malého rozsahu. Dílčí plochy posuzujeme ve dvou na sebe kolmých směrech, ve směru horizontálním a vertikálním. Ve směru horizontálním nás zajímá tvar vrstevnic, podle nichž dělíme plochy na plochy rovné, vypuklé a vyhloubené. Ve směru vertikálním plochy dělíme podle sklonu. Sklon může být stejnoměrný, nestejnoměrně přibývajících či nestejnoměrně ubývajících. [8]

Terénní čáry neboli čáry terénní kostry jsou prostorové čáry, na nichž se stýkají dílčí terénní plochy, tj. hřbetnice, údolnice, úpatnice, terénní hrany. Jsou obsahem pouze náčrtů. Tvarové čáry ohraničují vodorovné nebo mírně skloněné části některých terénních tvarů.

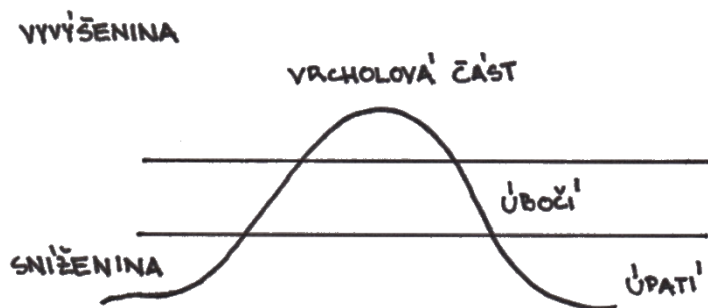


Obr. 2.3 Terénní čáry

2.5.2 Terénní tvary a jejich znázornění v mapě

Texty a obrázky v této kapitole byly volně převzaty z [5].

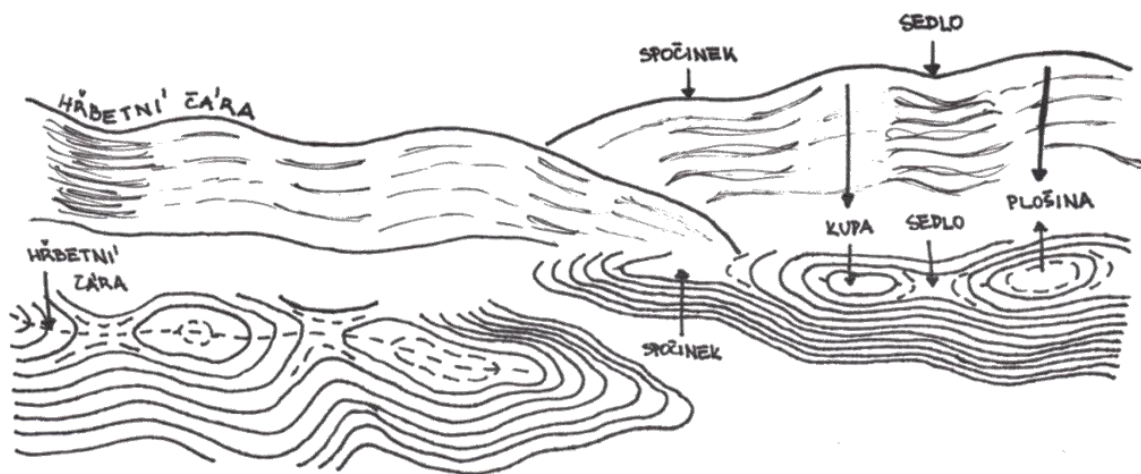
Podle toho, kde se terénní tvary nachází, je můžeme rozdělit do tří kategorií. Tvary na svršku vyvýšeniny, na úbočí vyvýšeniny a tvary údolní.



Obr. 2.4 Složení vyvýšeniny

Tvary na svršku vyvýšeniny je možné dále dělit na tvary vyvýšené, tj. kupa, kužel, roh, plošina, vodorovný vrcholový hřbet. Dále na tvary vodorovné a málo skloněné, tj. spočinek a tvary vhloubené, kam patří sedla podélná a příčná, proluky, průsmyky a soutěsky.

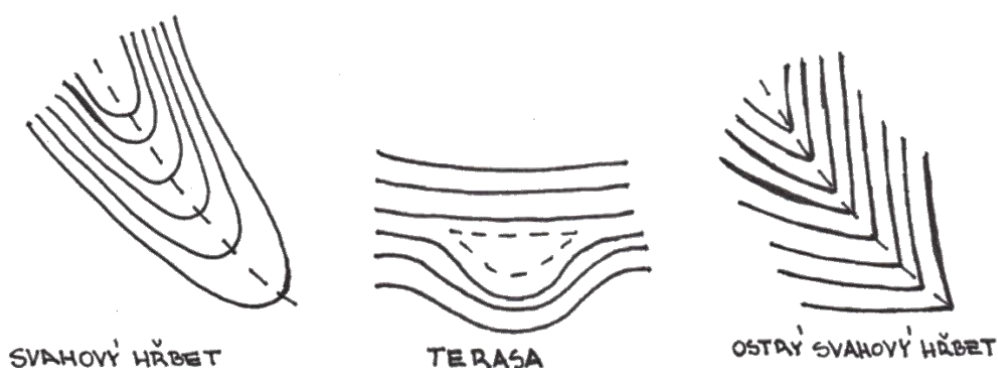
Kupa je zaoblený tvar, který se nachází na vrcholu vyvýšeniny její nejvyšší částí je buď bod, nebo mírně skloněná, výjimečně vodorovná plocha menších rozměrů. Sedlo je nejnižším místem mezi dvěma částmi na svršku vyvýšeniny. Směrem do sedla vbíhají dvě plochy vypuklé a ze sedla dvě plochy vhloubené.



Obr. 2.5 Tvary na svršku vyvýšeniny

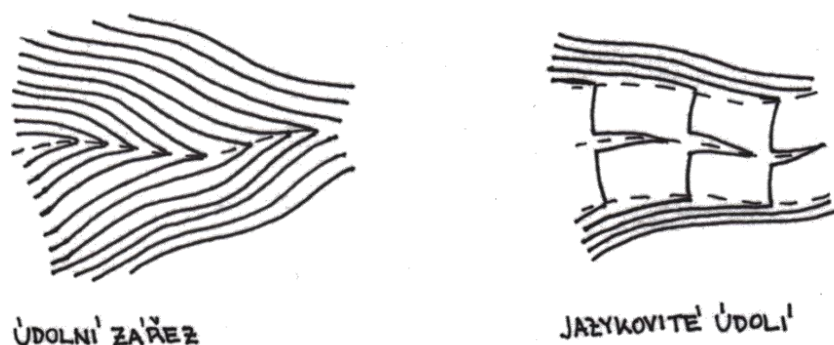
Taktéž tvary na úbočí vyvýšeniny je možné rozčlenit dle toho, zda jsou vyvýšené, vhloubené či rovné. Vyvýšené tvary tvoří svahový hřbet a kupa, žebro, sráz a terénní stupeň. Tvary rovné spočinek, výčnělek a terasa. Vhloubenými tvary jsou úžlabí, zářezy, rokly, rýhy, strže, závrtky, propasti.

Svahový hřbet je vyvýšenina probíhající mezi dvěma vhloubenými plochami. *Svahová kupa* je vyvýšená část svahového hřbetu, na němž eroze vytvořila sedlo, přerušila hřbetnici, která ale dál pod kupou pokračuje v klesání. *Žebro* je nevysoký, úzký výstupek s příkrými úbočími. V místech, kde žebro vystupuje z úbočí, jsou výrazné úpatnice. *Sráz* je část úbočí, které je nápadně více skloněné než okolní plocha. Podobným útvarem je *terénní stupeň*, je příkrý, ostře ohraničený, na úbočí mírnějšího sklonu. *Výčnělek* a *terasa* jsou totožné útvary, liší se pouze rozměry, oba útvary přerušují svah úbočí. Terasa je rozsáhlejší. *Úžlabí* je prohlubenina probíhající mezi dvěma vypuklými plochami. *Zářez* je vhloubený útvar, jehož úbočí se stýkají v ostré hraně, na níž se vrstevnice lomí. *Rýha* je speciálním případem zářezu, má malou hloubku, nevýraznou údolnici. *Strž* vzniká na údolnicích zářezů v rozrušených a nestejnorodých horninách. Speciálním případem strží jsou *rokle*.



Obr. 2.6 Tvary na úbočí vyvýšeniny

Tvary údolní nalezneme na úpatí. Přechod z úbočí do údolí probíhá na tvarové čáře zvané úpatnice. Pakliže jde o přechod v tvrdé hornině je přechod náhlý a ostrý a vrstevnice se na úpatnici lomí, jde-li o horninu měkkou přechod je pozvolný a vrstevnice se na úpatnici ohýbají. Patří sem především *údolí s rovným dnem*, vhloubeným dnem jakožto *úžlabina* a *údolní zářez*, *údolí s vypuklým dnem*, tzv. jazykovité. Dále je možné na úpatí nalézt suťové či nánosové kužely. V údolních rovinách nalezneme raveny, propasti, závrtý a další.



Obr. 2.7 Tvary údolí

2.6 Geodetické programy

S rozvojem moderních technologií a s nástupem automatizace při měření, tj. elektronické dálkoměry, záznamníky, se rozvinulo také rychlejší zpracování naměřených dat za pomoci počítače. Tyto práce jsou prováděny ve výpočetních programech, které značně urychlí zpracování naměřených dat, urychlí jak výpočty, tak i zobrazení.

2.6.1 Groma v. 7

Program GROMA je určen ke geodetickým výpočtům. Slouží pro řešení všech základních geodetických úloh. Obsahuje jednoduchou grafiku a možnost digitalizace rastrových dat. Umí zpracovávat data ve formátech všech běžných záznamníků, dávkově i jednotlivými výpočty. Veškeré výpočetní úlohy probíhají v dialogových oknech, kterých může být najednou otevřeno libovolné množství. Při všech výpočtech vznikají automaticky textové protokoly o výpočtu, které lze dále editovat. [9]

2.6.2 MicroStation 95

V roce 1995 byly spuštěny nové Windows 95, proto firma Bentley Systems nově vydala MicroStation 95 pro tento nový operační systém. MicroStation 95 byla průkopnická verze, představila řadu nových funkcí: AccuDraw, ukotvitelná dialogová okna, Smartline, revidovaná zobrazení ovládacích prvků. Mnohé z těchto funkcí patří mezi nejvyužívanější dodnes. V programu se pracuje ve vrstvách, kterých je 63. Jednotlivé vrstvy je možné zapínat a vypínat. Je možné vkládat mapové značky, texty. Nejnovější verzí je MicroStation V8i (V8.11). Tato verze obsahuje nově modul i pro data GPS. [10]

3 PRAKTICKÁ ČÁST

Nyní se budeme zabývat samotným postupem prací přípravných, měřických a následným zpracováním a dosaženou přesností.

3.1 Popis lokality

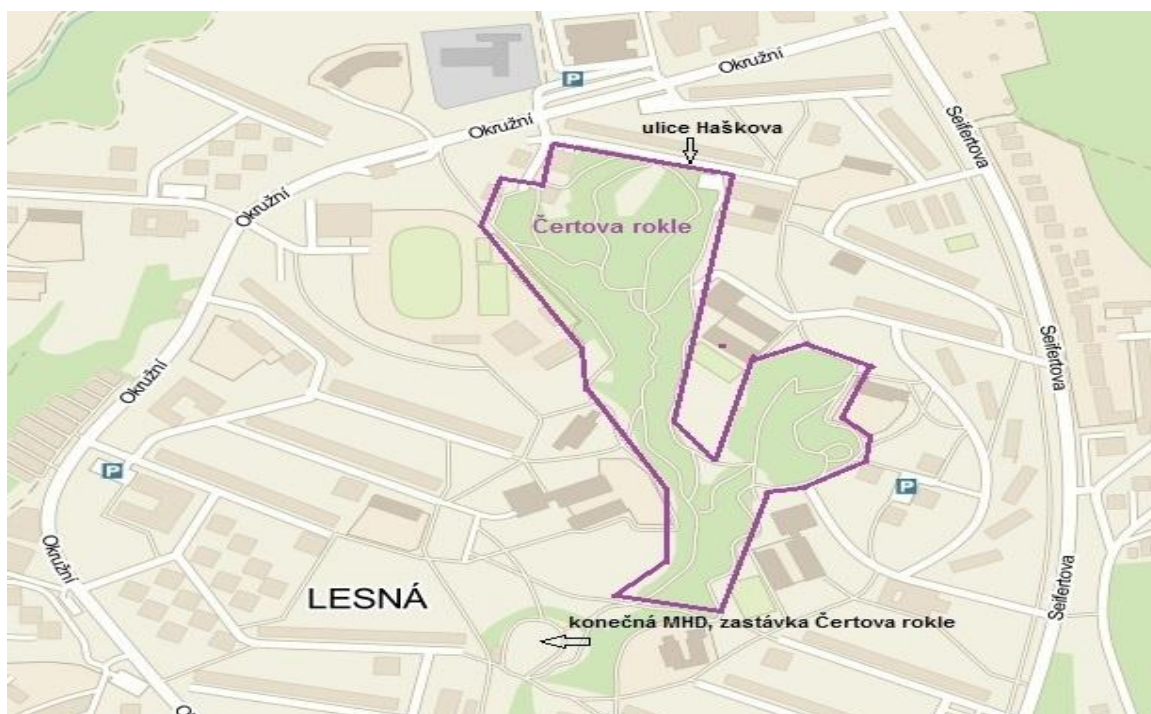
Na severu města Brna nalezneme městskou čtvrť Lesná, která je součástí městské části Brno-sever. Lesná je jedním z nejstarších sídlišť na území města Brna. Nachází se zde největší množství zeleně ze všech novodobých sídlišť ve střední Evropě. Sídlíště bylo postaveno podle vzoru finského městečka Tapiola u Helsinek. Lesná byla architektonickou premiérou svého druhu v tehdejší Československu. Obdobná sídliště v pozdější době již nevznikala s odůvodněním na nedostatek prostoru. [11]



Obr. 3 Lokalizace městské části Brno- Lesná (upraveno z www.mapy.cz)

V jižní části tohoto sídliště nalezneme vstup do Čertovy rokle. Rokle procházím středem celého území a končí až v severní části, pod ulicí Haškova. Část stromového porostu existovala již při vzniku sídliště v 60. letech, zbytek byl osazen v rámci budování sídliště v polovině 60. let. Nyní se zjistilo, že značná část svahů rokle podléhá erozi, a proto se přistoupilo k obnově komunikací, včetně jejich odvodnění, k rozsáhlým úpravám terénu a k provedení sadových úprav, tj. kácení dřevin, ošetření již vysazených dřevin,

nová výsadba a zatravňování. Tyto úpravy zde proběhly v letech 2010 a 2011. Nyní je tato lokalita označována za lesopark a srdce Lesné. [12]



Obr. 3.1 Lokalizace Čertovy rokle (upraveno z www.mapy.cz)

Rozsah první části lokality je dán od počátku rokly, který se nachází přibližně 50m severovýchodním směrem od konečné zastávky MHD, která nese stejný název, přibližně do poloviny celého území. Přibližný střed zájmového území jsme stanovili v místech, kde se v rokli rozchází hlavní cesta na dvě další samostatné cesty. Dále je možné v tomto místě najít terénní tvar podobný hrbům velblouda a místní obyvatelé tomuto místu také tak nazývají - Velbloud. Východní strana území je ohraničena asfaltovou cestou a západní strana koncem vzrostlé vegetace.

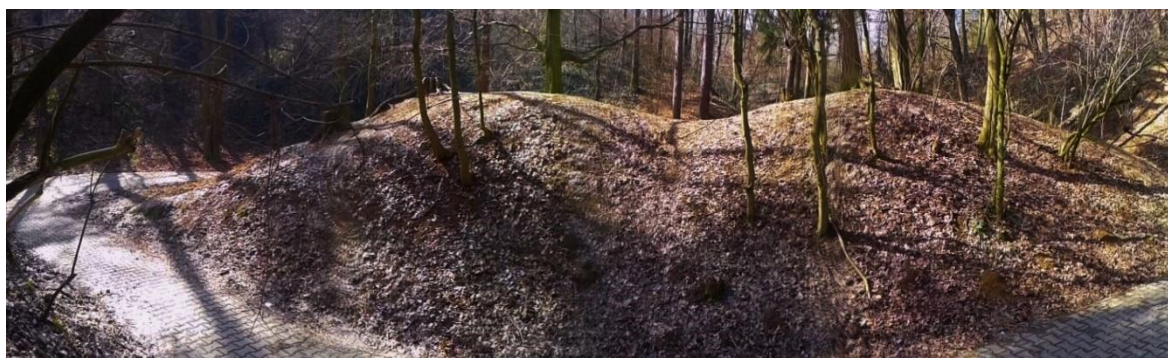


Foto. 1 Velbloud

3.2 Přípravné práce

Před samotným vstupem do zájmové lokality bylo nutné dohledat stávající polohové bodové pole v žádané lokalitě a přilehlém okolí a vytisknout od daných bodů polohového bodového pole geodetické údaje. Pro výškové připojení bylo nutné dohledat vhodné nivelační body a jejich nivelační údaje.

3.2.1 Rekognoskace terénu

První rekognoskace terénu proběhla již v červnu roku 2011. Bylo zjištěno, že terén je značně složitý, s velkými výškovými rozdíly. Dohlednost v terénu v období vegetačního růstu byla značně snížena, a proto bylo rozhodnuto, že zaměření lokality proběhne v období vegetačního klidu. Druhá rekognoskace terénu proběhla na podzim roku 2012, z důvodů časové prodlevy mezi měřením a zpracováním naměřených dat, aby bylo zjištěno, není-li nutné doměřit nové změny. Bylo zjištěno, že v dané lokalitě nedošlo k žádným terénním úpravám, terén byl shledán stejným. Měření nebylo nutné doplnit.

Bylo nutné dohledat body polohového i výškového bodového pole pro nezbytné polohové připojení měření do souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a pro výškové připojení do výškového systému Balt po vyrovnání (Bpv). Vyhledání bodů bylo realizováno za pomoci geodetických a nivelačních údajů, které poskytuje Český úřad zeměměřický a katastrální na svých webových stránkách (www.cuzk.cz). Veškeré body polohového bodového pole nezbytné pro měření byly nalezeny. Jedná se o body 261, 520, 571, 577 a 581. Pro výškové připojení byl dohledán bod JM-071-524 a pro jeho ověření bod JM-071-522.

3.2.2 Volba přístrojů a pomůcek pro měření

Pro technickou nivelaci byl využit nivelační přístroj Topcon AT-G4, v. č. AR4300, jedná se o kompenzátorový přístroj. Výrobce udává kilometrovou chybu dvojité nivelace $\pm 2,0$ mm. Dále byl využit stativ, 2x teleskopická nivelační lať a 2x nivelační podložka.



Obr. 3.2 nivelační přístroj Topcon AT-G4 (www.usedsurvey.com)

Pro zaměření polygonových pořadů, rajonů a samotných podrobných bodů bylo využito totální stanice Topcon GPT-3003N, v. č. 4D0512. Střední chyba délkového měření je $m_s = \pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$, kde D je měřená vzdálenost v mm. Dosah dálkoměru v hranolovém módu je 3 000 m. Udávaná střední chyba směru měřeného v 1 skupině je $m_r = 10''$, v jedné poloze $m_r = 14''$. Dále byl využíván příslušný stativ a odrazný hranol.



Obr. 3.3 Topcon GPT 3003N (www.topotienda.com)

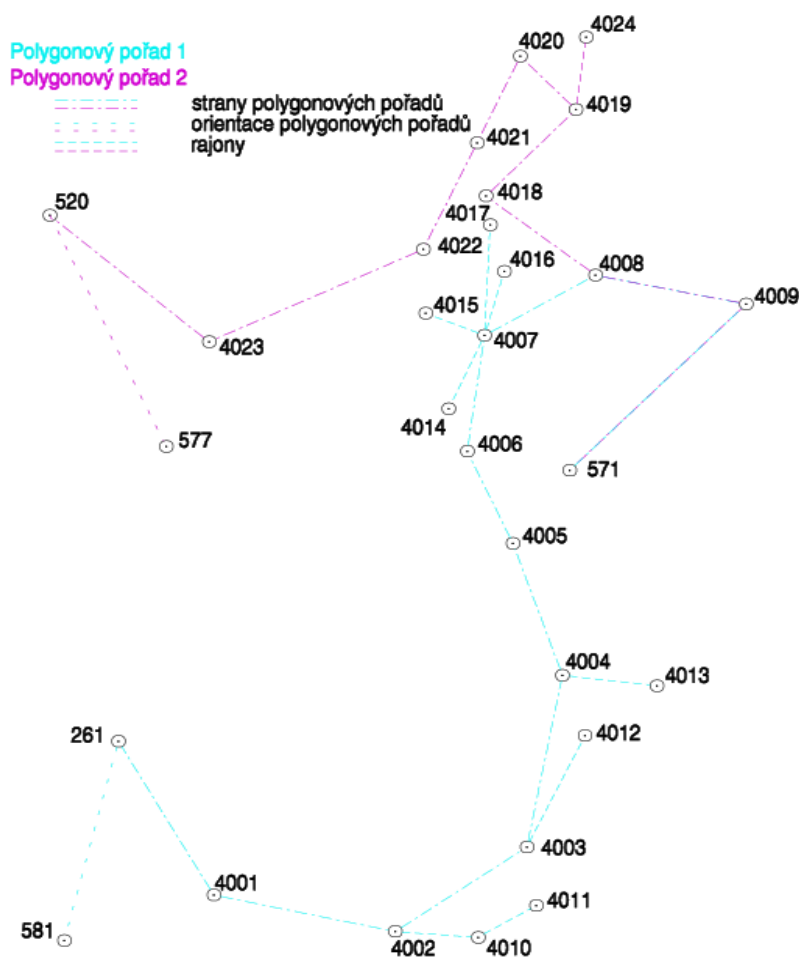
3.3 Měřické práce

Měřické práce v lokalitě proběhly 29.2. - 31. 3. 2012. Nejdříve byla budována síť pomocných měřických stanovisek pomocí polygonových pořadů, následně proběhlo

zaměření terénu, tj. měření podrobných bodů. Na závěr byla provedena nivelace, pro určení počátečních a koncových bodů polygonových pořadů, aby bylo možné dopočítat požadované výšky.

3.3.1 Sít' pomocných měřických stanovišek

Stávající polohové bodové pole bylo doplněno o 24 pomocných měřických stanovišek. Stanoviska 4001 až 4009 byly určeny pomocí jednostranně připojeného a oboustranně orientovaného polygonového pořadu, PP1. Stanoviska 4010 až 4017 a stanovisko 4024 byly určeny pomocí rajonu. Stanoviska 4018 až 4023 byly opět zaměřeny pomocí polygonového pořadu, který byl jednostranně připojen a oboustranně orientován. Hustota měřické sítě vychází z náročnosti terénu a potřeby zaměřit veškeré podrobné body.



Obr. 3.5 Polygonové pořady

Stabilizace bodů vycházela z povrchu terénu. Jednalo-li se o terén zpevněný, byl využit měřický hřeb, pakliže se jednalo o povrch nezpevněný, byl využit dřevěný kolík.

Bod	Způsob stabilizace	Způsob určení bodu	Bod	Způsob stabilizace	Způsob určení bodu
4001	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4013	dřevěný kolík	rajonem
4002	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4014	měřický hřeb	rajonem
4003	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4015	měřický hřeb	rajonem
4004	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4016	dřevěný kolík	rajonem
4005	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4017	dřevěný kolík	rajonem
4006	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4018	dřevěný kolík	polygonovým pořadem
4007	měřický hřeb	polygonovým pořadem	4019	dřevěný kolík	polygonovým pořadem
4008	dřevěný kolík	polygonovým pořadem	4020	dřevěný kolík	polygonovým pořadem
4009	dřevěný kolík	polygonovým pořadem	4021	dřevěný kolík	polygonovým pořadem
4010	dřevěný kolík	rajonem	4022	měřický hřeb	polygonovým pořadem
4011	dřevěný kolík	rajonem	4023	měřický hřeb	polygonovým pořadem
4012	měřický hřeb	rajonem	4024	dřevěný kolík	rajonem

Tab. 2 Pomocná měřická stanoviska

3.3.2 Měření podrobných bodů

Po zaměření sítě pomocných měřických stanovisek přišlo na řadu zaměřování polohopisu a výškopisu pomocí tachymetrické metody.

Z každého stanoviska byla provedena orientace alespoň na dvě další pomocná měřická stanoviska, případně na jedno stanovisko a jeden jednoznačně identifikovatelný bod polohopisu, který byl již zaměřen ze stanoviska jiného. V průběhu měření byly zaměřovány identické body, tj. body, které byly určeny alespoň ze dvou různých stanovisek. Jelikož nebylo v terénu dostatečné množství jednoznačně identifikovatelných bodů, použil se zpravidla dřevěný kolík nabarvený z jedné strany. K této straně byl na terén postaven hranol, to umožnilo bod v terénu určit i podruhé z jiného stanoviska s vysokou přesností.

Průběžně bylo kontrolováno číslování bodů v náčrtu se stavem v totální stanici. Podkladem pro náčrt byla kopie katastrální mapy, zvětšená do potřebného měřítko. Podrobné body byly voleny na významných čarách terénní kostry, tj. na hřbetnicích, údolnicích a dále v místech s výraznou změnou sklonu terénu, tj. na hranách. Krom terénu byl zaměřen i polohopis, např. cesty, pouliční lampy, dětské hřiště. Veškeré hodnoty byly

registrovány do totální stanice a podrobné body byly vyznačeny do měřického náčrtu, viz příloha č.6.

Množství celkově zaměřených podrobných bodů je s ohledem na měřítko poněkud nadbytečné, avšak pro správné vyjádření terénních tvarů v Čertově rokli nezbytné.

3.3.3 Určení výšek

Pro připojení výškového měření do výškového systému Bpv byla zvolena metoda technické nivelace. Pomocí této metody byly určeny koncové body polygonových pořadů, tj. body 261,520 a 571. Niveláčnický pořad začínal a končil na bodě JM-071-522, jehož výška byla ověřena na bod JM-071-524. Při ověření dosáhla odchylka hodnoty při měření tam - 0,011m a při měření zpět 0,008m, obě měření byla považována za správné, jelikož nebyla překročena odchylka mezní s hodnotou 0,028m. Při nivelaci sloužící pro určení koncových bodů polygonových pořadů byl rozdíl mezi převýšením známým a naměřeným 0,014m. Opět bylo splněno kritérium, nebyla překročena odchylka mezní s hodnotou 0,043m.

Pomocná měřická stanoviště byla určena trigonometricky, toto určení proběhlo souběžně při zaměřování polygonových pořadů. Z těchto stanovišť pak byla výška přenášena opět trigonometricky na podrobné body.

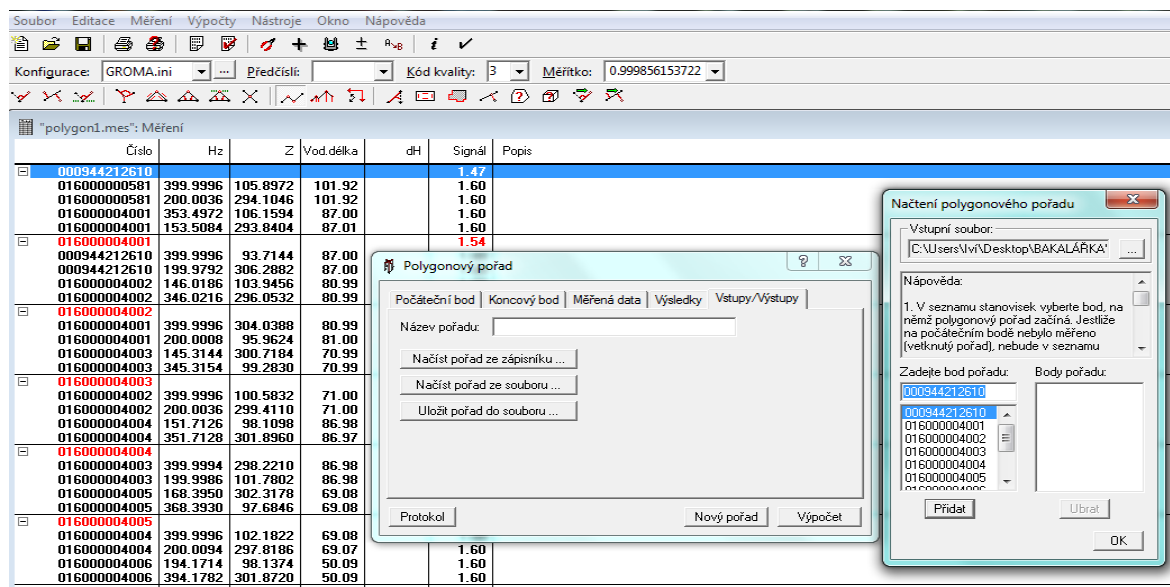
3.4 Zpracování naměřených dat

Zpracování naměřených dat proběhlo po měření v terénu. Ke zpracování dat byly využity pro výpočty programy Microsoft Office Excel a Groma v. 7, pro zobrazení byl využit program MicroStation 95. Zpracování výškových dat proběhlo ručně na podkladě tachymetrického plánu.

3.4.1 Výpočetní práce

Ze všeho nejdříve bylo nezbytné vypočítat polygonové pořady PP1 a PP2. Bylo nutné upravit jejich zápisníky z měření. Před načtením bodů do programu Groma v. 7 bylo překontrolováno jeho nastavení, především že jsou vstupními údaji z měření šikmé délky a hodnoty úhlů jsou v gradech. Dále, jelikož nebyly nastaveny korekce při měření ani při stahování dat, bylo nezbytné je nastavit před samotným nahráním dat do programu. Po nastavení korekcí bylo možné do programu zápisníky nahrát. V programu byly zápisníky zpracovány a vypočteny a teprve po těchto úpravách přišel na řadu samotný výpočet

polygonových pořadů. Tento výpočet byl proveden pomocí funkce *výpočet polygonových pořadů*.



Obr. 3.6 Pracovní prostředí programu Groma v. 7

Oba polygonové pořady byly vypočteny s požadovanou přesností. PP1 s polohovou chybou $\Delta p=0,12\text{m}$, přičemž mezní polohová chyba byla stanovena na $0,24\text{m}$. PP2 byl vypočten s polohovou chybou $\Delta p=0,06\text{m}$, přičemž mezní polohová chyba byla určena $0,23\text{m}$. Oba polygonové pořady mají společná dvě stanoviště, 4008 a 4009. Souřadnice těchto bodů byly určeny průměrem.

Po výpočtu polygonových pořadů bylo nezbytné vypočítat zápisníky technické nivelace, aby bylo možné určit výšky pomocných měřických stanovišek. K tomuto výpočtu byl využit tabulkový editor Microsoft office Excel. Byly určeny nadmořské výšky koncových bodů polygonových pořadů, tj. 261, 520 a 571. Díky takto určeným výškám bylo možné již dopočítat výšky všech pomocných měřických stanovišek. Tento výpočet opět proběhl v programu Groma v. 7 pomocí funkce *výškový pořad*. Výšky určené dvakrát u stanovišek 4008 a 4009 byly zprůměrovány. Výškový úzavěr u PP1 nabyl hodnoty $0,01\text{m}$ a u PP2 $0,02\text{m}$.

č.b.	Y ₁	X ₁	H ₁	Y ₂	X ₂	H ₂
4008	596 467,39	1 157 024,47	293,85	596 467,44	1 157 024,46	293,85
4009	596 401,78	1 157 038,95	295,23	596 401,80	1 157 038,95	295,23
	ØY	ØX	ØH			
4008	596467,42	1157024,465	293,85			
4009	596401,79	1157038,95	295,23			

Tab. 3 Souřadnice a jejich průměr

Výpočet podrobných bodů proběhl opět v programu Groma v. 7 pomocí funkce *polární metoda dávkou*. Veškeré zápisníky z měření byly do programu nahrány, vypočteny a následně automaticky zpracovány. Výsledné hodnoty souřadnic byly vypočteny na centimetry. Pro identické body, u kterých byla možnost uložení starých, nových či průměrných souřadnic, byla zvolena možnost ukládat souřadnice staré, tzn. z prvního určení bodu. Pomocí funkce *polární metoda dávkou* bylo celkem vypočteno 1074 podrobných bodů.

3.4.2 Testování přesnosti

Testování přesnosti bylo provedeno na základě zaměřených identických bodů. Tyto body jsou dvakrát určeny, přičemž druhé určení je nezávislé, např. z jiného stanoviska. Celkově bylo zaměřeno 101 identických bodů. Testována byla polohová přesnost i výšková přesnost.

Testování bylo provedeno dle kritérií uvedených v normě *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. [13]

„Podrobné body pro ověření přesnosti se vyberou tak, že:

- a) jsou jednoznačně identifikovatelné (ČSN 73 0401)
- b) tvoří reprezentativní výběr (ČSN 01 0215)
- c) jsou rovnoměrně rozmístěny po celém území,
- d) nezahrnují body, umístěné v bezprostřední blízkosti bodů bodového pole, které byly použity při tvorbě mapy.

Rozsah reprezentativního výběru podle b) se stanoví počtem nejméně 100 bodů

u souřadnic a výšek“ [13, s. 5].

Pro testování polohové přesnosti je nutné vypočítat souřadnicové rozdíly Δx a Δy .

$$\Delta x = x_m - x_k \quad \Delta y = y_m - y_k \quad (3)$$

Index m znamená výsledné (tj. první) určení, index k znamená kontrolní (tj. druhé) určení.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední souřadnicové chyby $s_{x,y}$.

$$s_{x,y} = \sqrt{0,5 * (s_x^2 + s_y^2)} \quad (3.1)$$

S_x a s_y značí střední výběrové chyby souřadnic, které se určí z výběru o rozsahu N bodů.

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2} \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2} \quad (3.2)$$

Jelikož mají obě určení bodů stejnou přesnost, je hodnota koeficientu $k = 2$.

Přesnost určení souřadnic se pokládá za vyhovující, když:

1. polohové odchylky vypočtené ze vztahu:

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \text{ vyhovují kritériu } |\Delta p| \leq 1,7 * u_{x,y}$$

2. výběrová střední souřadnicová chyba $s_{x,y}$ vyhovuje kritériu:

$$s_{x,y} \leq \omega_{2N} * u_{x,y} \quad (3.3)$$

$u_{x,y} = 0,14 \text{ m}$ pro 3. třídu přesnosti a $\omega_{2N} = 1,10$

Největší polohové odchylky dosáhl bod 582, kde $\Delta p = 0,18 \text{ m}$, přičemž $u_{x,y} = 0,24 \text{ m}$, takže i pro tento bod bylo kritérium splněno. Při druhém kritériu $s_{x,y} \leq \omega_{2N} * u_{x,y}$ je $s_{x,y} = 0,02 \text{ m}$ a $u_{x,y} = 0,15 \text{ m}$, tzn. i druhá podmínka je plněna. Tedy pro veškeré identické body byly splněny obě podmínky.

Pro kontrolu výškové přesnosti platí stejná zásada jako při testování polohové přesnosti, tzn. druhé určení výšky bodu, musí být nezávislé. K testování přesnosti výšek H podrobných bodů se vypočtou pro každý bod výběru výškové rozdíly $|\Delta H|$.

$$|\Delta H| = H_m - H_k \quad (3.4)$$

kde index m znamená výsledné určení, index k , znamená kontrolní určení.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední výškové chyby:

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2} \quad (3.5)$$

Jelikož mají obě určení bodů stejnou přesnost, je hodnota koeficientu $k = 2$. N je rozsah bodů, tzn. 101.

Přesnost určení výšek se pokládá za vyhovující, když:

1. výškové odchylky vyhovují kritériu:

$$|\Delta H_i| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k} \quad (3.6)$$

2. výběrová střední výšková chyba s_H vyhovuje kritériu:

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H \quad (3.7)$$

kde $u_H = 0,12 \text{ m}$ pro 3. třídu přesnosti, $\omega_N = 1,10$

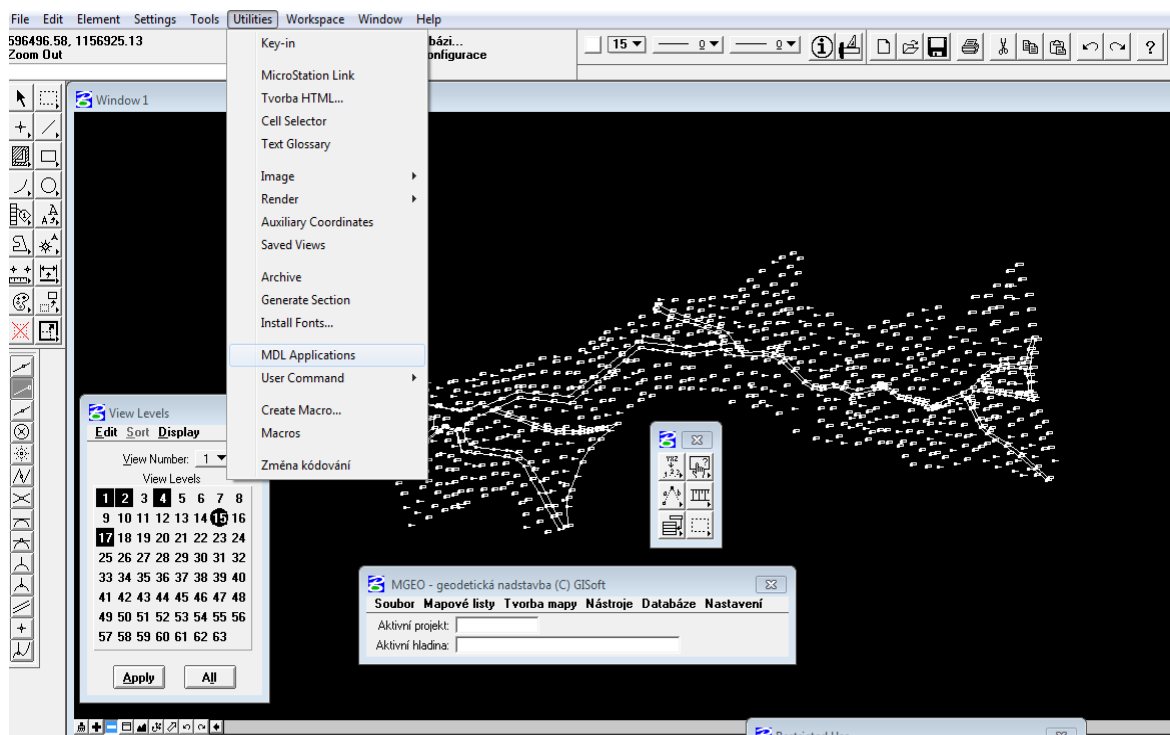
Při druhé podmínce jsem volila přísnější kritérium, tzn. pro zpevněný povrch i přesto, že většina bodů byla zaměřena na povrchu nezpevněném. Dosažená přesnost splňuje totiž i toto přísnější kritérium, největší rozdíl v určení výšky $\Delta H = 0,07 \text{ m}$.

Testování polohové přesnosti je možné najít v příloze 4.1 a testování výškové přesnosti v příloze 4.2.

3.4.3 Zobrazovací práce

Zobrazovací práce proběhly v programu MicroStation 95. Pomocí aplikace Mgeo byly do programu nahrány veškeré body a jejich výšky. Dále byl dle měřických náčrtů vykreslen polohopis. Výškové kóty byly upraveny tak, aby byla kresba přehledná. Některé kóty byly ponechány celé pro přehlednost, jiné byly redukovány. Výšky zpevněného terénu byly uvedeny na centimetry, nezpevněný terén na decimetry. Doplnily se zde mapové značky, popisy, křížky hektometrové sítě a jejich popis. Plán byl vyhotoven dle tabulky atributů, kterou je možné najít v přílohách práce (příloha č. 7). Předlohou pro tuto

tabulku atributů byla tabulka atributů, dle Ing. Petra Kalvody, PhD., jež je součástí [14]. Do pravé části plánu byla umístěna legenda s vysvětlivkami a v pravém dolním rohu byla umístěna popisová tabulka. Celá kresba byla otočena o 90°, tak aby výsledná mapa byla ve vhodné formě, tzn., bylo možné ji rozložit na šířku. Vše bylo vyhotoveno pro měřítko 1:500. Výsledkem této práce je tachymetrický plán, který je součástí práce jako příloha č. 9.



Obr. 3.7 Pracovní prostředí programu MicroStation 95

3.4.4 Vrstevnicový plán

Vytištěný tachymetrický plán se stal podkladem pro plán vrstevnicový, který byl dále již zpracováván ručně.

Vrstevnice byly vyhotoveny pomocí interpolace. Bylo využito interpolace lineární. Při této práci bylo zjištěno, že bylo místy naměřené množství bodů nadbytečné, proto byl zpětně ještě jednou upraven tachymetrický plán a některé body byly vynechány, aby byla kresba přehlednější. I přes tuto úpravu bylo pro interpolaci využito velkého množství bodů, které jsou k sobě blíže než by pro toto měřítko bylo nezbytné. Množství bodů, které bylo interpolováno, však bylo stěžejní pro správnou interpretaci terénu. Nejdříve byly

vrstevnice vyhotoveny v tužce, po té byly adjustovány tuší na pauzovací papír. Každá pátá vrstevnice byla vytažena silou čáry 0,3, vznikla tak vrstevnice zdůrazněná, do které byla vepsána výšková kóta ve směru stoupání terénu. Plán obsahuje černě polohopis, mapové značky, čtvercová síť, průsečíky rámu mapových listů, popisové pole a severku. Hnědou barvou byly adjustovány vrstevnice. Vše bylo vyhotoveno opět pro měřítko 1: 500. Vrstevnicový plán je přílohou č.10.

4 ZÁVĚR

Výsledkem práce je tachymetrický plán a vrstevnicový plán v měřítku 1: 500. Práce na tomto zadání probíhaly od června roku 2011 (první rekognoskace), po květen roku 2013 (zobrazovací práce). Mapování probíhalo v lokalitě Čertovy rokle v městské části Brno-sever.

Stávající síť polohového bodového pole byla zahuštěna pomocnými měřickými stanovisky, pomocí polygonů a rajonů. Výšky byly určeny technickou nivelací a trigonometricky. Podrobné body byly měřeny tachymetricky. Přesnost polygonových pořadů byla posouzena pomocí mezních odchylek uzávěrů a mezních polohových odchylek, dle *Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatku č. 1 a 2*. Veškerá kritéria dle tohoto návodu byla dodržena. Přesnost podrobného měření byla posouzena polohopisným a výškopisným testováním podle normy *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. I zde byla stanovená kritéria dodržena, polohová střední výběrová chyba dosáhla hodnoty 0,02 m a dosažená výšková střední výběrová chyba také hodnoty 0,02 m. Všechna kritéria pro třetí třídu přesnosti byla dodržena. Polohopisná kresba byla vytvořena v programu MicroStation 95 (tachymetrický plán) a doplněna ručně o vrstevnice (vrstevnicový plán). Kresba byla vyhotovena v souladu s normou *ČSN 01 34 11 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Výsledkem celé práce je ručně vyhotovený vrstevnicový plán v měřítku 1:500, který vznikl na podkladě tachymetrického plánu. Vrstevnicový plán vznikl pomocí lineární interpolace.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A OBRÁZKŮ

- [1] *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatku č. 1 a 2*. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální. 2009. 55 s. ISBN 978-80-86918-59-4.
- [2] NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J. *Geodézie III. Průvodce 01. Průvodce předmětem geodézie III*. Brno VUT. 2005. [studijní opory]
- [3] NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J. *Geodézie III*. Brno: Vutium. 2000. ISBN 80-214-1774-9
- [4] NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J. *Geodézie II. Modul 03. Průvodce předmětem Geodézie II*. Brno VUT. 2004. [studijní opory]
- [5] FIŠER, Z., J. VONDRÁK. *Mapování*. 1. vyd. Brno: CERM, 2003, 146 s. ISBN 80-214-2337-4.
- [6] FIŠER, Z., J. VONDRÁK. *Mapování I. Průvodce 01. Průvodce předmětem Mapování I*. Brno. 2005. [studijní opory]
- [7] *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/index.php>
- [8] MONHART, V. *Metody znázorňování výškopisu na mapách* [online]. 2006 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: http://www.gis.zcu.cz/studium/dp/2006/Monhart__Metody_znazornovani_vyskopisu_na_mapach__BP.pdf
- [9] Groma - geodetický software v prostředí MS Windows. [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.groma.cz/cz/groma>
- [10] Historie verzí základních produktů Bentley Systems. [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.gissoft.cz/MicroStation/Historie>
- [11] Brno-Lesná. [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/mista/brno-lesna>
- [12] Čertova rokle - srdce Lesné v Brně. [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.jihovychod.cz/projekt-meho-srdce/certova-rokle-srdce-lesne-v-brne>
- [13] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Praha: Vydavatelství norem. 1990.
- [14] Kalvoda, P. *Pokyn pro tvorbu účelové mapy*. 2011.
- [15] ČSN 01 3411. *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Praha: Vydavatelství norem. 1990.

Obrázek č. 3; SEZNAM.CZ, A. S. *Mapový portál*. [online]. [cit. 2013-04-02].
Dostupné na: <http://www.mapy.cz/#x=16.636796&y=49.215377&z=11&t=s> ,upraveno

Obrázek č. 3.1; SEZNAM.CZ, A. S. *Mapový portál*. [online]. [cit. 2013-04-02].
Dostupné na: <http://www.mapy.cz/#x=16.627618&y=49.229432&z=14&t=s> ,upraveno

Obrázek č. 3.2; LYSEDSURVEY.COM [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné na:
http://www.usedsurvey.com/index.php?lay=show&ac=cat_show_pro_detail&pid=208672

Obrázek č. 3.3; TOPOTIENDA.COM [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné na:
<http://www.topotienda.com/TOPCON-GPT-3005-SM>

6 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 2 Rajon.....	12
Obr. 2.1 Nivelační sestava.....	14
Obr. 2.2 Nivelační pořad.....	14
Obr. 2.3 Terénní čáry.....	17
Obr. 2.4 Složení vyvýšeniny.....	18
Obr. 2.5 Tvary na svršku vyvýšeniny.....	18
Obr. 2.6 Tvary na úbočí vyvýšeniny.....	19
Obr. 2.7 Tvary údolní.....	20
Obr. 3 Lokalizace městské části Brno- Lesná.....	21
Obr. 3.1 Lokalizace Čertovy rokle.....	22
Obr. 3.2 nivelační přístroj Topcon AT-G4	24
Obr. 3.3 Topcon GPT 3003N.....	24
Obr. 3.4 Pracovní prostředí programu Groma v. 7.....	28
Obr. 3.7 Pracovní prostředí programu MicroStation 95.....	32
Tab. 1 Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů.....	13
Tab. 2 Pomocná měřická stanoviště.....	26
Tab. 3 Souřadnice a jejich průměr.....	29
Foto. 1 Velbloud.....	22

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Bpv Balt po vyrovnání

ČSNS Česká státní nivelační síť

ČSN Česká státní norma

GPS Global Positioning Systém

HHD městská hromadná doprava

PMS pomocná měřická stanoviště

PN přesná nivelace

PP polygonový pořad

PPBP podrobné polohové bodové pole

S-JTSK souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

TN technická nivelace

VPN velmi přesná nivelace

ZBPP základní bodové polohové pole

ZhB zhušťovací body

8 SEZNAM PŘÍLOH

1) Zápisníky

- 1.1 Polygonový pořad 1 (D: 2 x A4)
- 1.2 Polygonový pořad 2 (D: 2 x A4)
- 1.3 Pomocná měřická stanoviška a podrobné body (D: 26 x A4)
- 1.4 Technická nivelace (A: 3 x A4; D: 3 x A4)

2) Protokoly o výpočtu

- 2.1 Polygonový pořad 1 (A: 2x A4; D: 2 x A4)
- 2.2 Polygonový pořad 2 (D: 2 x A4)
- 2.3 Výškový výpočet PP1 (D: 2 x A4)
- 2.4 Výškový výpočet PP2 (D: 2 x A4)
- 2.5 Výpočet podrobných bodů (D: 73 x A4)

3) Seznamy souřadnic

- 3.1 Body polohového bodového pole (D; 1 x A4)
- 3.2 Pomocná měřická stanoviška (A: 1 x A4; D:1 x A4)
- 3.3 Podrobné body (D; 21 x A4)

4) Testování přesnosti

- 4.1 Polohová přesnost (A: 4 x A4; D: 4 x A4)
- 4.2 Výšková přesnost (A: 3 x A4; D: 3 x A4)

5) Geodetické údaje

- 5.1 Polohové bodové pole (D; 3 X A4)
- 5.2 Niveláčnické údaje (D; 2 x A4)
- 5.3 Pomocná měřická stanoviška (A: 2 x A4; D: 8x A4)

6) Měřické náčrty (A: 2x A4; D: 12 x A4)

7) Tabulka atributů (A: 1x A4; D: 1 x A4)

8) Přehledný náčrt bodového pole (A + D; 1 x A4)

9) Tachymetrický plán 1 : 500 (A+D; 8 x A4)

10) Vrstevnicový plán 1 : 500 (A: 8 x A4)